

Servicio Ubicuo de Estimulación Cognitiva Orientado a Personas con Enfermedad de Parkinson

Carolina García Vázquez¹, Esther Moreno Martínez¹, Miguel A. Valero Duboy¹,
María Teresa Martínez Juez² y Mari Satur Torre Calero³

¹ Grupo de Investigación de Sistemas Telemáticos para la Sociedad de la Información y el Conocimiento
Universidad Politécnica de Madrid. EUIT de Telecomunicación

Ctra. de Valencia, Km. 7. 28031 Madrid. {carogar, emoreno, mavalero}@diatel.upm.es

² Asociación Parkinson Madrid. C/ Andrés Torrejón, 18. 28014 Madrid. teresamartinez@parkinsonmadrid.org

³ Fundación Vodafone España. Parque Empresarial La Moraleja
Avda. de Europa, 1. 28108 Alcobendas (Madrid). mari-satur.torre@vodafone.com

Resumen- Este trabajo de investigación detalla el diseño y evaluación de un servicio de e-salud cuyo objetivo es mejorar la estimulación y seguimiento de personas con un trastorno cognitivo. Con este fin, se ha desarrollado un protocolo de transferencia de mensajes que facilita la provisión de un servicio telemático para personas afectadas de Parkinson, pudiendo así realizar estimulación cognitiva personalizada, de forma ubicua, mediante un dispositivo fácil de usar como un tablet Android. Asimismo, este servicio permite a los terapeutas adaptar y monitorizar de forma segura la terapia, vía web, beneficiándose así de una mejor calidad en el seguimiento efectivo de cada paciente. El sistema ha sido evaluado satisfactoriamente durante tres meses con 10 pacientes entre 59 y 77 años. La solución resultante es fácilmente integrable con otras terapias complementarias y puede ser adaptada para otros deterioros cognitivos, como el debido a la enfermedad de Alzheimer o el deterioro cognitivo leve.

Palabras Clave- Estimulación cognitiva, ubicuidad, rehabilitación, Android, enfermedad de Parkinson

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las nuevas tendencias en el telecuidado y las necesidades de la sociedad así como los avances tecnológicos justifican la inclusión de tecnología en el desarrollo de nuevos servicios de salud [1]. La computación ubicua provee de soluciones óptimas para el desarrollo de estos servicios gracias al respaldo de nuevas posibilidades tanto para el diagnóstico como para la realización de terapias de forma remota [2]. Los servicios para este tipo de cuidado son desarrollados de forma que permitan garantizar un tratamiento médico adaptado y personalizado para cada paciente, resolviendo con elementos tecnológicos los problemas que surgían tradicionalmente por la distancia y la disponibilidad de los servicios entre pacientes y médicos.

En el presente artículo se detalla la descripción, diseño, verificación y validación de un servicio completo de realización de terapias de estimulación cognitiva ubicua orientadas a pacientes con enfermedad de Parkinson, donde los usuarios pueden utilizarlo en cualquier lugar y en cualquier momento.

En primer lugar, se analizan los trabajos relacionados para justificar este estudio. A continuación, se presenta una breve descripción del sistema desarrollado y su plan de evaluación, así como los resultados obtenidos tras su implantación en un escenario real. Finalmente, se recogen las conclusiones obtenidas tras la realización del estudio, así como los trabajos futuros.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Actualmente, los sistemas conocidos como “brain games” están siendo muy populares y existen múltiples plataformas tecnológicas destinadas a personas con deterioro cognitivo, principalmente sobre PC. Esta es la situación de *SmartBrain*, un sistema interactivo multimedia para estimulación cognitiva y que ha sido diseñado para el deterioro que sufren las personas con enfermedad de Alzheimer [3]. Este sistema consiste en una serie de ejercicios de memoria, lenguaje, cálculo o atención. Otra aplicación de este tipo es *GRADIOR*, un programa específicamente diseñado para la rehabilitación y evaluación de la estructura neuropsicológica [4]. En él, el terapeuta define los parámetros de la sesión de estimulación del paciente y permanece con él/ella durante la realización de la terapia.

Por otro lado, existen en el mercado sistemas basados en tablet y centrados en el tratamiento de información médica. En este segmento el más popular es *Parkinson's toolkit*, que ha sido diseñado pensando en personal médico que necesita conocer más información sobre los síntomas y el tratamiento de la enfermedad de Parkinson [5]. Esta herramienta se encuentra disponible tanto para iOS como para Android. También existen aplicaciones orientadas al paciente como *Parkinson Home Exercises* sobre iPad [6]. Esta aplicación se centra principalmente en ejercicios de rehabilitación física que el paciente puede realizar en su domicilio.

La tecnología móvil ha permitido proyectos orientados al bloqueo en la marcha que sufren los pacientes con enfermedad de Parkinson. El proyecto *CuPiD* [7] utiliza un smartphone Nexus One para el preprocesamiento de los datos de aceleración de los pasos del paciente para detectar y prevenir estos bloqueos, siendo útil a su vez para la prevención de caídas. Dentro de este ámbito, se encuentra también *iTrem*, una aplicación para smartphones que se encarga de comprobar el grado de temblor que sufre un paciente [8]. Por otro lado, para las personas con deterioro cognitivo, existen proyectos orientados a prevenir su aislamiento. Este es el caso del proyecto *IntouchFun* [9], que provee de un marco colaborativo para integrar a familiares y cuidadores informales en una red social familiar, de forma que sus miembros puedan participar en las actividades de estimulación cognitiva de la persona y permitiendo que las actividades realizadas por el paciente puedan estar mediadas por interfaces multimodales adecuadas para cada miembro de la red.

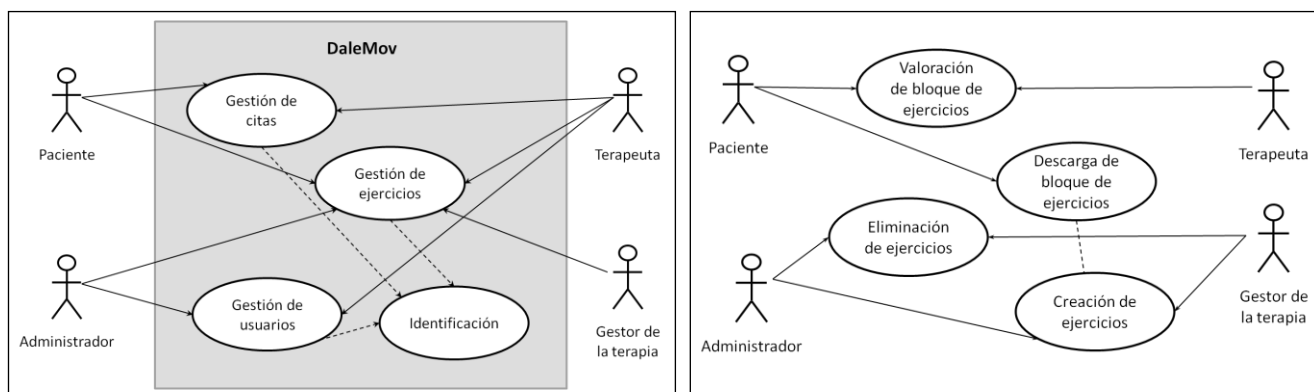


Fig. 1. Diagramas de casos de uso: general y de gestión de ejercicios respectivamente

Por la parte de las terapias orientadas a pacientes con enfermedad de Parkinson, para iOS existe *iParkinson App*, una aplicación preparada para el diagnóstico y tratamiento de los problemas del lenguaje que presentan estos pacientes [10]. Esta aplicación funciona de forma local, permitiendo al paciente realizar ejercicios de logopedia. Además, tiene una sección orientada al diagnóstico.

El trabajo que se presenta en este artículo es continuación de la plataforma EsCoTDT, que permite a personas con deterioro cognitivo debido a la enfermedad de Parkinson el llevar a cabo terapias de estimulación cognitiva a través de un sistema interactivo de Televisión Digital Terrestre [11]. Este sistema consiste en una aplicación de televisión interactiva para los pacientes basada en tecnología MHP (Multimedia Home Platform) y un servidor con tecnologías web que permiten al terapeuta el seguimiento de los ejercicios que ha desarrollado el paciente en cada sesión.

Sin embargo, en la bibliografía no se han encontrado trabajos que permitan a los pacientes con este tipo de deterioro la realización de las terapias de estimulación cognitiva con el seguimiento de su terapeuta de forma ubicua. Esta es la razón principal por la que surge DaleMov.

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA: DALEMOV

DaleMov es una plataforma móvil, ubicua y distribuida que permite a personas con deterioro cognitivo debido a la enfermedad de Parkinson llevar a cabo sus terapias de estimulación cognitiva en cualquier lugar y en cualquier momento. Su principal ventaja es que el terapeuta puede gestionar, monitorizar y personalizar la terapia de cada paciente.

A. Análisis del sistema

En la Fig. 1 se presentan dos diagramas de casos de uso: el primero de ellos relativo a la funcionalidad general del sistema y el segundo, al desglose del caso de uso general *Gestión de ejercicios*. Los actores que interactúan con el sistema son los siguientes:

- **Paciente:** realiza su terapia de estimulación cognitiva a través de una tablet Android. Puede descargar bloques de ejercicios, consultar la valoración introducida por el terapeuta a la vista de los resultados o consultar la fecha de la próxima cita presencial con su terapeuta.
- **Terapeuta:** se encarga de valorar los resultados de los bloques de ejercicios realizados por el paciente en su tablet, así como de la personalización de la terapia decidiendo cuál es el siguiente bloque que éste se

descargará en su tablet y de la introducción de citas para consulta presencial. Accede a través de web.

- **Gestor de la terapia:** su labor es la de la actualización de los ejercicios almacenados en el servidor a través de web. Se encarga de la introducción de nuevos ejercicios y de la eliminación de los ya existentes.
- **Administrador:** lleva a cabo las tareas de gestión de usuarios (darlos de alta o de baja y modificación de los datos personales), así como de la actualización de los ejercicios almacenados. Accede a través de web.

Con respecto a la funcionalidad del sistema, se recogen varios casos de uso dentro escenario principal (Fig. 1). Estos son:

- **Gestión de citas:** el terapeuta puede introducir una cita para consulta presencial que será consultada por el paciente a través de su tablet.
- **Gestión de ejercicios:** abarca las tareas de realización de la terapia de estimulación cognitiva (explicado más adelante).
- **Gestión de usuarios:** contiene las acciones necesarias para la gestión de usuarios, como es darlos de alta o baja o modificar sus datos personales.
- **Identificación:** para realizar cualquiera de las tareas anteriores, los usuarios deben identificarse para acceder al sistemas.

El caso de uso *Gestión de ejercicios* se presenta desglosado en la Fig. 1. La funcionalidad que contiene es la siguiente:

- **Descarga de bloques de ejercicios:** el paciente se descarga un bloque de ejercicios de estimulación cognitiva a través de su tablet. El bloque a descargar ha sido previamente definido por el terapeuta según las necesidades del paciente.
- **Valoración de bloques de ejercicios:** el terapeuta, a la vista de los resultados que ha obtenido el paciente en la realización de un bloque de ejercicios, decide cuál es el siguiente bloque que el paciente debe realizar e introduce una valoración subjetiva para que, posteriormente en su tablet, pueda ser consultada por el paciente.
- **Creación de ejercicios:** el gestor de la terapia y el administrador pueden introducir nuevos ejercicios de estimulación en la base de datos.
- **Eliminación de ejercicios:** cuando un ejercicio queda obsoleto, puede eliminarse de la base de datos. Los usuarios que tienen permiso para realizar esta acción son el gestor de la terapia y el administrador.

B. Especificación de la terapia de estimulación cognitiva

Con respecto a la terapia de estimulación cognitiva, ha sido necesaria la adaptación de los ejercicios de estimulación que se realizaban en las asociaciones de Parkinson de forma tradicional. La Asociación Parkinson Madrid realiza este tipo de terapias semanalmente con grupos de pacientes, dentro de las sesiones de psicología o de logopedia. Para llevarla a cabo se utiliza un cuaderno de ejercicios específicamente diseñado con este fin [12]. A continuación, se presentan las áreas de estimulación que abarcan los ejercicios recogidos en este cuaderno:

- Ejercicios de atención: se presentan cadenas de letras o números donde hay que marcar los que cumplen una determinada condición. Según se avanza por los ejercicios, el nivel de dificultad va aumentando. Este tipo de ejercicio es para ayudar a mantener la atención en la tarea para, posteriormente, realizar otro tipo de ejercicios.
- Ejercicios de funciones ejecutivas: a través de ellos se intenta que sea el paciente el que tome la iniciativa, ya que no existe sólo una respuesta correcta. De esta forma se consigue, además de captar la atención del paciente, que busque elementos de su vida cotidiana. Este tipo de ejercicios tiene 4 bloques bien diferenciados, según la capacidad del individuo en la que se centren:
 - Iniciativa: el paciente debe rellenar una lista con los elementos solicitados.
 - Categorización: consisten en la clasificación de objetos en grupos de características similares.
 - Seriación: se presenta una secuencia de acciones y el paciente debe ordenarlas en el orden lógico de realización. Se pretende que la secuencia de acción a ordenar se corresponda con una tarea cotidiana.
 - Planificación: existen dos tipos de ejercicios de planificación. En el primero se pretende que el paciente describa las acciones necesarias para llegar a un fin, definiendo también su orden lógico. En el segundo, se presenta una cuadrícula, y el paciente debe unir con líneas los objetos que son iguales sin que las líneas se crucen.

- Ejercicios de memoria: en estos ejercicios hay tipos muy diversos, entre los que se encuentran la lectura de una noticia y el escribir dos resúmenes sobre ella (uno el día de la lectura y otro el siguiente), el presentar una lista de personajes y realizar preguntas sobre ellos o el mostrar una lista de objetos y posteriormente recordar cuáles eran.

Una vez analizados los ejercicios, se procedió a su adaptación a la interfaz de la tablet, donde se decidió utilizar cinco modelos de interfaz para mostrarlos. Estos modelos, los cuales se muestran con un ejemplo de la interfaz gráfica implementada en la Fig. 2, tienen la siguiente estructura:

- Modelo 1: se presenta un enunciado y tres respuestas en formato texto, de las que el paciente debe elegir una.
- Modelo 2: se presenta un enunciado y tres respuestas en formato imagen, de las que el paciente debe elegir una.
- Modelo 3: se presenta una imagen en una pantalla durante unos segundos y, posteriormente, se muestra un enunciado sobre la imagen anterior y tres respuestas en formato texto, de las que el paciente debe elegir una.
- Modelo 4: se presenta un enunciado y el paciente debe escribir la respuesta.
- Modelo 5: se presentan un enunciado y una imagen, y el paciente debe escribir la respuesta que crea correcta.

Como se puede observar, estos modelos están diseñados en modo pregunta-respuesta para que para los pacientes que tengan problemas motóricos más severos puedan utilizar la plataforma sin que esto suponga una barrera. Por ello, para la adaptación de los ejercicios se ha intentado buscar una solución que esté centrada en esa área de estimulación aunque la interfaz no se corresponda exactamente con los ejercicios recogidos en el cuaderno, siempre bajo el asesoramiento de la neuropsicóloga y los terapeutas de la Asociación Parkinson Madrid. Por ejemplo, un ejercicio de atención podría recogerse en el modelo 5, para la iniciativa se suele utilizar el modelo 4 y para la planificación se pueden emplear tanto el modelo 1 (indicando una secuencia de



Fig. 2. Aplicación Android: ejemplos de ejercicios (modelos 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. En el caso del modelo 3, sólo se presenta la primera pantalla, ya que la segunda coincide con la interfaz del modelo 1)

acciones y que seleccione la que es correcta) o el modelo 2 (teniendo que elegir la primera, segunda o tercera acción para una tarea concreta).

C. Diseño del sistema

Según la experiencia de la Asociación Parkinson Madrid el grado de satisfacción en el uso del ordenador y dispositivos tipo videoconsola no son satisfactorios en pacientes de Parkinson, el primero por la dificultad que les supone a este colectivo el uso del ratón y los segundos para evitar que los pacientes lo consideren algo lúdico en contraposición con la seriedad con la que valoran a sus terapias. Dado el creciente éxito que estaban empezando a tener las tablets Android en 2011 realizamos una primera prueba de validación tecnológica con una pequeña aplicación de prueba con 5 pacientes de Parkinson (con un estadio motor entre el 1 y el 3,5 y con edades comprendidas entre los 65 y los 79 años) que manejaron la tablet fácilmente y mostraron un grado de aceptación elevado. Además, destacaron su uso intuitivo e incidieron en que un dispositivo de estas características les permite la realización de la terapia en cualquier momento y lugar, lo que nos hizo tomar la decisión de decantarnos por esta tecnología.

La aplicación cliente ha sido desarrollada en todas las versiones Android para tablet (3.x, 4.0, 4.x). Esta aplicación permite al paciente la gestión de su terapia de estimulación (realización de bloques de ejercicios de estimulación y consulta de las valoraciones introducidas por el terapeuta) así como la consulta de la próxima cita con su terapeuta. Por otro lado, el terapeuta accede a través de web a la plataforma, donde puede visualizar los resultados obtenidos por los pacientes, asignarles un nuevo bloque de ejercicios de estimulación e introducir un mensaje que luego el paciente podrá visualizar a través de la tablet. Para ambas interfaces se han seguido criterios de accesibilidad y usabilidad. De esta forma, la tecnología es más atractiva debido a su facilidad de uso.

La Fig. 3 presenta la arquitectura del sistema, donde se pueden apreciar distintos elementos:

- **Tablet Android:** es el dispositivo del paciente, necesario para llevar a cabo la terapia de estimulación cognitiva tanto en la asociación como en casa. Los requisitos que debe cumplir son disponer de conexión a internet, ya sea mediante WiFi o mediante una tarjeta 3G, y sistema operativo Android.
- **Navegador web:** utilizado por el terapeuta para gestionar y realizar el seguimiento de la terapia de cada paciente. También lo utilizan el gestor de la

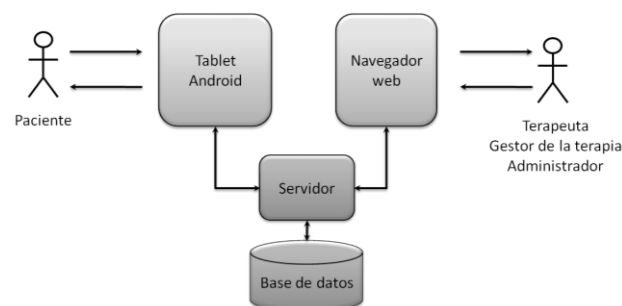


Fig. 3. Arquitectura del sistema

terapia y el administrador para gestión de ejercicios y/o de usuarios.

- **Servidor y base de datos:** usados para el almacenamiento de los datos personales de los pacientes y la información relativa a la terapia.

D. Implementación

1. Interfaces y modelo de interacción

Todas las interfaces se han diseñado siguiendo los criterios de accesibilidad de la Iniciativa de Accesibilidad Web del World Wide Web Consortium.

El diseño del modelo de interacción se ha elaborado conjuntamente con los pacientes mediante pruebas realizadas durante todas las fases del desarrollo del proyecto, añadiendo las mejoras que ellos han ido proponiendo. De esta manera, el diagrama de navegación es muy intuitivo y los menús sólo tienen dos niveles de profundidad. La interfaz de usuario de la aplicación Android ha sido diseñada teniendo en cuenta siempre las necesidades del colectivo implicado (fuente con color y tamaño apropiados, texto sencillo, uso intuitivo). En la Fig. 2 se presenta un ejemplo de esta interfaz, donde se puede observar que se han diseñado teclados adaptados para estos pacientes, con las letras colocadas en orden alfabético y teclas grandes que presenten alto contraste con el fondo. En cuanto a la pulsación en la pantalla, la aplicación evita pulsaciones indeseadas debido a movimientos incontrolados.

Al realizar un diseño accesible e intuitivo de la interfaz web, tanto terapeutas como gestores de la terapia han destacado la comodidad a la hora de realizar el seguimiento de los pacientes y para la introducción de nuevos ejercicios, para lo que no hace falta un programador.

2. Protocolo

Se ha diseñado un protocolo *ad hoc* (Fig. 4) para la conexión entre la tablet Android y el servidor, el cual contribuye a minimizar el intercambio de datos para así

Tipo 1 byte	Id 8 bytes	Respuestas											
		%	Ejercicio 1			%	Ejercicio 2			%...%	Ejercicio n		
			Resp	%	t		Resp	%	t		Resp	%	t
Tipo 1 byte	Sexo 1 byte	Nombre y apellidos											
Tipo 1 byte	Nº total 1 byte	Modelo 1 byte	Imagen asociada			Enunciado		R1	R2	R3	Correcta 1 byte	Tiempo	
Tipo 1 byte	Nº bloque 1 byte	Fecha término 10 bytes			Fecha valoración 10 bytes			Terapeuta		Valoración			
Tipo 1 byte	Fecha 10 bytes	Hora 5 bytes	Lugar										
Tipo 1 byte	Código 1byte												

Fig. 4. Protocolo *ad hoc* diseñado

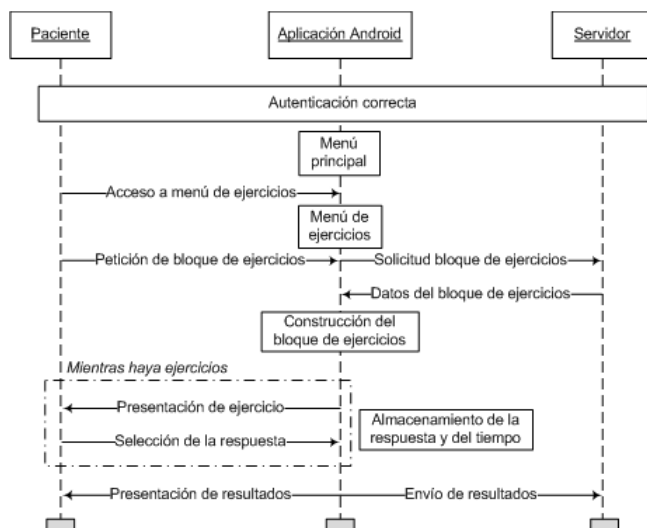


Fig. 5. Diagrama de secuencia de la descarga de un bloque de ejercicios

conseguir una mejora en los tiempos de respuesta del sistema. De las unidades de datos de la Fig. 4, la primera es la que se corresponde al sentido aplicación Android → servidor, y el resto en sentido contrario. La aplicación envía el tipo de petición y el identificador del paciente que la esté utilizando. Los tipos de peticiones posibles son:

- Petición de datos personales del usuario: de esta forma se personaliza la aplicación, para que el paciente perciba que esos ejercicios están diseñados específicamente para él/ella.
- Petición de un bloque de ejercicios: la aplicación solicita el bloque de ejercicios al servidor. Ese bloque de ejercicios ha sido definido por el terapeuta de forma específica para ese paciente. Únicamente se envían la información relacionada con cada ejercicio, que será construido dinámicamente por la aplicación Android. De esta forma, se consigue que el intercambio de datos sea mínimo y que no sea necesario un programador que cree los ejercicios, permitiendo su inserción en el servidor de forma sencilla e intuitiva, como se verá más adelante.
- Petición de valoración: el terapeuta realiza una valoración a la vista de los resultados obtenidos por el paciente, diseñando el nuevo bloque de ejercicios que se le enviará y añadiendo un mensaje, que será el que se envíe a la aplicación Android cuando el paciente seleccione esta opción.
- Petición de cita: el paciente consulta la fecha, hora y lugar de la próxima cita para consulta presencial que ha introducido previamente el terapeuta.
- Envío de los resultados: cuando el paciente termina un bloque de ejercicios, los resultados obtenidos y los tiempos de respuesta se envían automáticamente al servidor para su posterior consulta por el terapeuta.

3. Terapia de estimulación cognitiva

Los ejercicios se clasifican en bloques de 9, donde cada uno de un área de estimulación y cada bloque de un nivel de dificultad. En la Fig. 5 se muestra el diagrama de secuencia llevado a cabo entre cliente y servidor cuando el paciente solicita uno de estos bloques. Cuando el paciente selecciona la opción en el menú de la aplicación, se descarga los datos de los ejercicios y éstos son construidos dinámicamente por la aplicación Android. De esta forma, se consigue que el

Fig. 6. Interfaz para la introducción de nuevos ejercicios

intercambio de información sea mínimo, mejorando la eficiencia. Una vez el paciente finaliza la realización del bloque de ejercicios, los resultados se envían al servidor para la posterior valoración por parte de su terapeuta.

En la Fig. 6 se muestra la forma de introducción de los ejercicios por parte del gestor de la terapia. Aparece la primera pantalla donde se deben introducir los datos comunes a todos los ejercicios, como son el área de estimulación, el nivel de dificultad, una breve descripción, el enunciado, el tiempo máximo del que dispone el paciente para su realización y el modelo de ejercicio. Según el modelo seleccionado, en la segunda pantalla se recogerán unos campos u otros, como son las respuestas posibles (ya sean textos o imágenes), la respuesta correcta o las imágenes asociadas al ejercicio.

IV. PLAN DE EVALUACIÓN

El plan de evaluación ha sido diseñado por el equipo terapéutico de la Asociación Parkinson Madrid. Mediante los cuestionarios desarrollados, se ha pretendido evaluar el grado de satisfacción del colectivo implicado, como son pacientes y terapeutas.

A. Requisitos de usuario

El equipo de trabajo seleccionó un grupo de pacientes para llevar a cabo la terapia de estimulación cognitiva a través de esta plataforma de acuerdo a los siguientes requisitos:

- 10 personas con Parkinsonismo idiopático.
- Se tuvo en cuenta el género, buscando paridad entre hombres y mujeres.
- Uno de los datos recogidos fue si el paciente tenía experiencia en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, aunque no era excluyente.

Tabla I
RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS DE LOS PACIENTES

Pregunta	Sesión	TA	A	I	D	TD	Media por sesión	Media entre sesiones
1. Puedo realizar fácilmente los ejercicios de estimulación cognitiva utilizando la tablet	1	8	2	0	0	0	4,8	4,52
	2	4	4	1	1	0	4,1	
	3	7	1	1	0	0	4,67	
2. Me parece divertido hacer los ejercicios y la terapia de esta manera	1	6	3	1	0	0	4,5	4,59
	2	6	4	0	0	0	4,6	
	3	7	1	1	0	0	4,67	
3. He aprendido rápido a realizar la estimulación cognitiva con la tablet	1	5	4	1	0	0	4,4	4,24
	2	3	5	1	1	0	4	
	3	4	4	1	0	0	4,33	
4. No he tenido ningún problema para utilizar la aplicación yo solo/a	1	5	3	1	1	0	4,2	4,24
	2	4	4	2	0	0	4,2	
	3	4	4	1	0	0	4,33	
5. Me motiva el poder ver la valoración realizada por el terapeuta al corregir mis resultados	1	7	3	0	0	0	4,7	4,37
	2	2	8	0	0	0	4,2	
	3	3	5	1	0	0	4,22	
6. En general, me gusta realizar la estimulación cognitiva con la tablet	1	8	2	0	0	0	4,8	4,61
	2	7	3	0	0	0	4,7	
	3	4	4	1	0	0	4,33	
7. Si pudiera, realizaría la terapia en casa con este sistema	1	6	4	0	0	0	4,6	4,44
	2	5	5	0	0	0	4,5	
	3	5	2	1	1	0	4,22	

- Los pacientes que participaron en el estudio previo (EsCoTDT [11]) fueron excluidos para que esa experiencia no fuera un condicionante y poder validar y evaluar la facilidad de aprendizaje y la intuitividad de la plataforma.

B. Muestra de usuarios

Finalmente, la muestra de usuarios fue la siguiente:

- 10 pacientes, de los cuales 4 eran hombres y 6 mujeres.
- La media de edad era de 70 años, con el más joven de 59 y el mayor de 77.
- Los pacientes tenían experiencia muy baja o ninguna en el uso de las TIC.

Por parte del equipo terapéutico, participaron 3 logopedas que habitualmente llevan a cabo las terapias de estimulación cognitiva con los pacientes en la Asociación Parkinson Madrid de la forma tradicional.

C. Diseño de la terapia

Cada paciente realizó tres sesiones de estimulación cognitiva utilizando el sistema diseñado. En la primera sesión, el terapeuta explicó las operaciones que podía llevar a cabo con la aplicación Android y permaneció con el paciente por si necesitaba ayuda. En la segunda sesión, el paciente llevaba a cabo la terapia solo pero bajo la supervisión del terapeuta por si el paciente tenía algún problema para la utilización. Por último, en la tercera sesión, el paciente realizaba la terapia sin ninguna ayuda. La duración de estas sesiones fue de entre 20 y 30 minutos, donde los pacientes realizaron 3 bloques de ejercicios en cada una.

En cada sesión, tanto pacientes como terapeutas rellenaban un cuestionario donde se evaluaban aspectos como la accesibilidad, la usabilidad y el interés en utilizar este sistema como terapia complementaria en el domicilio. Mediante este piloto, se pretendió medir el grado de satisfacción de los usuarios con la plataforma desarrollada.

D. Resultados

La Tabla I presenta los resultados de los cuestionarios de los pacientes: totalmente de acuerdo (TA), de acuerdo (A) indiferente (I), en desacuerdo (D) o totalmente en desacuerdo (TD). Como se repartió a cada paciente un cuestionario en cada una de las 3 sesiones que se realizaron, la tabla muestra un total de 29 respuestas, ya que un paciente no pudo realizar la tercera sesión. Las dos últimas columnas presentan el grado de satisfacción de los pacientes. Para calcularlo, se han pasado las respuestas de cuestionario a puntuación numérica, dándole 5 puntos a TA, 4 puntos a A, 3 puntos a I, 2 puntos a D y 1 punto a TD y posteriormente se ha calculado la media aritmética según el número de pacientes que contestaron a los cuestionarios en cada sesión (10 en las sesiones 1 y 2, 9 en la sesión 3). La última columna presenta la media de las tres sesiones. Esto se puede ver de forma más clara a la vista de la Fig. 7, donde se contrasta en forma de gráfico la comparativa entre sesiones y entre la media de las tres.

En esta comparativa entre sesiones, se puede apreciar que, según va desapareciendo la supervisión del terapeuta, la media de cada pregunta desciende ligeramente, excepto en el caso de la pregunta 2 *Me parece divertido hacer los ejercicios y la terapia de esta manera* y de la pregunta 4 *No*

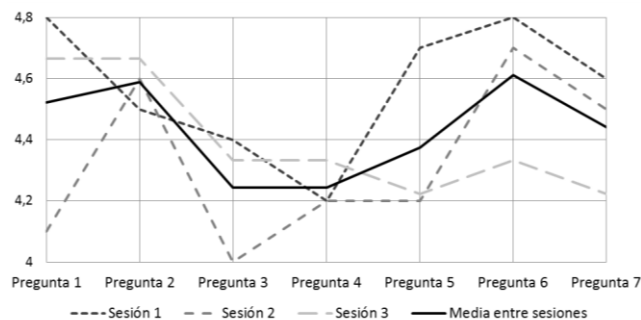


Fig. 7. Gráfico comparativo entre los resultados de cada sesión, mostrando también la media de las tres sesiones

he tenido ningún problema para utilizar la aplicación yo solo/a, donde la media mejora cuanto más independiente se siente el paciente. Estos dos puntos les parecen decisivos a los terapeutas en cuanto a la futura motivación para realizar terapia de forma independiente en el hogar. Pese a esa variación de la media podemos afirmar que tras los resultados obtenidos la experiencia ha sido muy positiva dado, que en un rango de satisfacción de 1 a 5 la media más baja ha sido de 4,24 (entre A y TA).

Los pacientes han apreciado los beneficios del sistema, destacando como ventajas de uso de esta plataforma tanto la interfaz intuitiva como el diseño de la terapia, enfatizando la utilidad percibida para su enfermedad. Además, están de acuerdo en realizar este tipo de terapias en casa. El diseño del sistema permite que, debido a que la tablet dispone de una SIM 3G o conexión WiFi, esta terapia puede estar disponible en cualquier lugar. Asimismo, la pregunta *No he tenido ningún problema para utilizar la aplicación yo solo/a* muestra la facilidad de uso, donde un 83% de los pacientes que han participado en el estudio están totalmente de acuerdo o de acuerdo.

La Fig. 8 presenta los resultados obtenidos tras esta experiencia en comparación con los de la experiencia previa sobre TDT interactiva. Se ha optado por utilizar grupos distintos de pacientes para cada una de las plataformas para que el conocimiento de la aplicación de TDT no condicionara los resultados de satisfacción de la aplicación Android. El grupo de prueba para la aplicación Android se ha seleccionado a partir de los parámetros que se tuvieron en cuenta para el piloto de la plataforma anterior (grado de deterioro cognitivo, rango de edad, paridad entre hombres y mujeres y experiencia en tecnología).

Las preguntas que se muestran en la Fig. 8 para realizar la comparativa entre plataformas son:

- Pregunta 1: Puedo realizar fácilmente los ejercicios de estimulación cognitiva utilizando la tablet / el mando a distancia y la televisión.
- Pregunta 2: Me parece divertido hacer los ejercicios y la terapia de esta manera.
- Pregunta 3: Me motiva el poder ver la valoración realizada por el terapeuta al corregir mis resultados.
- Pregunta 4: En general, me gusta realizar la estimulación cognitiva con la tablet / el mando a distancia.
- Pregunta 5: Si pudiera, realizaría la terapia en casa con este sistema.

Es importante destacar el incremento en el porcentaje de personas que están totalmente de acuerdo o de acuerdo en las

Pregunta	TA	A	I	D	TD
<i>Creo que a los pacientes les gusta realizar la terapia a través de la tablet</i>	23	2	0	0	0
<i>Creo que el paciente puede usar la tablet él solo (Sesiones 2 y 3)</i>	12	2	0	1	0
<i>La aplicación web que uso para adaptar los ejercicios y valorar a los pacientes es sencilla de usar y completa en relación con las funciones que ofrece</i>	20	5	0	0	0
<i>Veo útil poder consultar la información de los ejercicios a través de la web</i>	20	5	0	0	0
<i>Creo que es sencillo añadir nuevos ejercicios a los bloques</i>	17	5	3	0	0
<i>Los ejercicios se adecúan a los requisitos de un paciente de Parkinson</i>	22	3	0	0	0
<i>Considero que la forma de consultar los resultados de los pacientes es apropiada</i>	21	4	0	0	0
<i>El realizar la terapia de esta forma no me quita más tiempo que de la forma tradicional</i>	20	5	0	0	0
<i>Creo que sería útil para los pacientes que también pudieran realizar la terapia desde sus casas utilizando este sistema</i>	21	4	0	0	0

dos últimas preguntas: *En general, me gusta realizar la estimulación cognitiva con la tablet / el mando a distancia y Si pudiera, realizaría la terapia en casa con este sistema*, que han cambiado de un 82% a un 97% y de un 76% a un 93% respectivamente. Este resultado indica que el cambio del dispositivo de acceso del paciente le hace sentir más seguro y cómodo cuando está realizando la terapia de forma remota.

Por otro lado, en la Tabla II se presentan los cuestionarios orientados a comprobar el grado de satisfacción de los terapeutas implicados en el estudio, donde se puede observar cómo destacan la utilidad de un sistema como este para llevar a cabo el seguimiento de los pacientes de forma remota, apreciándose también la comodidad con la que ven a los pacientes cuando se enfrentan al sistema.

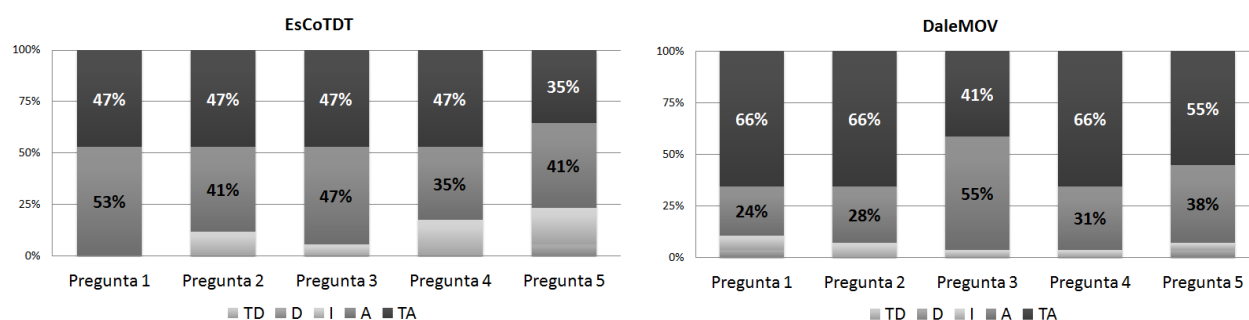


Fig. 8. Gráfico comparativo entre los resultados obtenidos de EsCoTDT y DaleMov. La leyenda es la siguiente: totalmente de acuerdo (TA), de acuerdo (A), indiferente (I), en desacuerdo (D) o totalmente en desacuerdo (TD). Las preguntas se presentan en el apartado D. Resultados

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La conclusión principal que se alcanza tras llevar a cabo este estudio es que la utilización de dispositivos móviles para la realización de terapias de estimulación cognitiva es factible. Este estudio refleja un alto grado de aceptación debido al diseño intuitivo de su interfaz y a la garantía dada en relación con los factores humanos como la privacidad y la confianza. Además, al implicar a los terapeutas en el estudio, el trabajo de investigación ha podido cubrir todas las necesidades de la plataforma de telecuidado ubicuo y la solución ha sido aceptada por todos los roles implicados en el sistema.

Los terapeutas que se han implicado en esta experiencia han hecho una evaluación positiva de la plataforma, la cual utilizan para el seguimiento de los pacientes y para ver el resultado de los ejercicios que han hecho. Además, destacan el valor de la personalización de la terapia según las necesidades y resultados de cada paciente. Al mismo tiempo, se realiza un mejor seguimiento del progreso del paciente. De esta manera, el cuidado que la persona recibe es mejor por la individualización de la terapia diseñada especialmente para él/ella.

La principal ventaja que el grupo de evaluación ha definido es la ubicuidad del sistema, porque ha dado la posibilidad de personalizar la terapia de estimulación cognitiva cuando los pacientes no pueden acudir a la asociación. Esto beneficia a personas que viven en zonas rurales que de otra manera no podrían acceder a este tipo de terapias.

Finalmente, este sistema con pequeños cambios, puede ser adaptado a otros colectivos con otro tipo de deterioro cognitivo, como es el asociado a la enfermedad de Alzheimer o el Deterioro Cognitivo Leve. Esto es debido a la facilidad de personalización de las terapias y la flexibilidad a la hora de crear nuevos ejercicios. Por ejemplo, para el caso de la enfermedad de Alzheimer, se podrían crear bloques de ejercicios que principalmente trataran la memoria a corto plazo (mucho más presente en esta enfermedad que en el Parkinson) y no se tendría en cuenta el tiempo que tardan los pacientes en realizar los ejercicios que en este caso es importante por las pérdidas de atención asociadas al Parkinson que no suelen estar presentes en Alzheimer.

Como trabajos futuros aparece la incorporación de técnicas de inteligencia artificial para la evaluación automática de los resultados de los pacientes. Esto puede ser útil cuando el número de pacientes que realizan la terapia utilizando esta plataforma es alto. Así, el equipo terapéutico no consume mucho tiempo en la evaluación. Además, otro trabajo futuro será tener en cuenta cómo aplicar diseño centrado en la actividad para la interacción persona-máquina para alcanzar ratios de aceptación más altos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad en el marco del proyecto TALISEC+ (TIN2010-20510-C04-01).

Los autores quieren agradecer a la Asociación Parkinson Madrid y a la Federación Española de Parkinson su colaboración en las fases de análisis y validación de esta solución.

REFERENCIAS

- [1] Tan, J.: E-Health Care Information Systems: An Introduction for Students and Professionals, Jossey-Bass (2005). Estados Unidos.
- [2] Muras, J., Cahill, V., Stokes, E.: A taxonomy of pervasive healthcare systems, En Pervasive Health Conference and Workshops, pp. 1-10 (2006)
- [3] Tárraga, L.; Boada, M.; Modinos, G. et al., A randomised pilot study to assess the efficacy of an interactive, multimedia tool of cognitive stimulation in Alzheimer's disease, En Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry with Practical Neurology, (04/07/2006), vol. 77, no. 10, pp. 1116-1121.
- [4] Franco, M.; Jones, K.; Woods, B.; Gómez, P., GRADIOR: A personalized computer-based cognitive training program for early interaction in dementia, En Early Psychosocial Interventions in Dementia, (2009), Jessica Kingsley Publishers, pp. 93-105.
- [5] National Parkinson Foundation, Parkinson's Toolkit: A Free Reference and Resource for Clinicians, En National Parkinson Foundation, (05/03/2013). [En línea] Disponible: <http://www.parkinson.org/Professionals/Professional-Resources/Parkinson-s-Toolkit.aspx>
- [6] European Foundation for Health and Exercise, Parkinson Home Exercises, En iTunes, (05/03/2013). [En línea] Disponible: <https://itunes.apple.com/es/app/parkinson-home-exercises/id473641730?mt=8>
- [7] Mazilu, S.; Hardegger, M.; Zhu, Z.; Roggen, D.; Troster, G.; Plotnik, M.; Hausdorff, J.M., Online detection of freezing of gait with smartphones and machine learning techniques, En Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012 6th International Conference on (21-24/05/2012), San Diego, California, Estados Unidos, pp.123-130.
- [8] B. Edwards; Using smartphones for objective diagnosis and monitoring of Parkinson's patients, En iMedicalApps, (26/07/2011). [En línea] Disponible: <http://www.imedicalapps.com/2011/07/smartphone-diagnosis-monitoring-parkinsons-patients/>
- [9] Meza-Kubo, V.; Morán, A. L.; Rodríguez, M., IntouchFun, a Pervasive Collaborative System to Cope with Elder's Isolation and Cognitive Decline, En 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2010) (26-29/09/2010), Copenhagen, Dinamarca.
- [10] iParkinsons iOS app, (consultado en mayo de 2013). [En línea] Disponible: <http://www.casafuturatech.com/iparkinsons/>
- [11] García Vázquez, C.; Moreno Martínez, E.; Valero Duboy, M.A.; Gómez Oliva, A., Distributed System for Cognitive Stimulation Over Interactive TV, En Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on (noviembre de 2012), vol.16, no.6, pp.1115-1121.
- [12] Asociación Parkinson Madrid; Cuaderno de ejercicios. Consejos sobre trastornos cognitivos para pacientes con enfermedad de Parkinson. Biblioteca Parkinson, 2007.